

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

## EBB 336/3 – Termodinamik Bahan

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.

Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. [a] Pertimbangkan satu sistem dengan dua partikel A dan B. Setiap satu boleh mempunyai sebarang empat paras tenaga  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$  dan  $\epsilon_4$ .
- (i) Berapakah keadaan mikro yang mungkin boleh dipamerkan oleh sistem ini?
  - (ii) Senaraikan keadaan mikro ini.
  - (iii) Gunakan senarai dalam (ii) untuk mendapatkan senarai keadaan makro.
  - (iv) Kenalpasti keadaan mikro yang bersepadanan dengan setiap keadaan makro.
- (12 markah)
- [b] Terbitkan ungkapan untuk entropi pencampuran satu mol larutan dua-komponen dengan  $X_1$  sebagai pecahan mol komponen 1 dan  $X_2$  sebagai pecahan mol komponen 2. Pertimbangkan sistem sebagai satu campuran  $n$  partikel komponen 1 dan  $(N-n)$  partikel komponen 2 yang disusun pada  $N$  tapak.
- (8 markah)

...3/-

2. [a] Ketumpatan nikel cecair pada 1728 K, iaitu takat lebur normal pada 101,325 Pa = 1 atm adalah 7.77 g/cm<sup>3</sup>. Pekali pengembangan isipadunya,  $\alpha$  adalah  $1.42 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ . Kirakan peningkatan dalam tenaga bebas cecair nikel pada 2100 K bila tekanan keatasnya di tingkatkan dari 101,325 ke 10MPa. Dapatkan keaktifan nikel dalam keadaan tekanan tinggi. Jika tekanan wap cecair nikel tulen (pada 101,325 Pa) adalah 53.77 Pa pada 2100 K, kirakan tekanan wapnya dalam keadaan tekanan tinggi. Nyatakan sebarang andaian yang dibuat. J.A.R Ni ; 58.71.

(12 markah)

- [b] Anggarkan takat lebur fasa bentuk susun padat heksagon ( $\epsilon$ ) titanium tulen pada satu atmosfera. Dimaklumkan bahawa  $\epsilon$  adalah metastabil diatas suhu 1155 K pada satu atmosfera. Gunakan  $\Delta S^{\epsilon \rightarrow \beta} = 3.43 \text{ J/mol.K}$ ;  $\Delta S_m = 9.6 \text{ J/mol.K}$ ;  $T_m = 2000 \text{ K}$ .

(8 markah)

3. [a] Pekali keaktifan zink dalam aloi zink-kuprum cecair dalam julat suhu 1,070 – 1,300 K boleh diungkapkan sebagai

$$RT \ln \gamma_{\text{Zn}} = -31,600 N_{\text{Cu}}^2$$

Kira keaktifan Cu dalam larutan binari Cu-Zn dengan  $N_{\text{Cu}} = 0.7$  pada 1,300 K.

(10 markah)

- [b] Tenaga bebas molar kamiran lebihan bagi larutan Ga-P yang mengandungi P sehingga 50 mol % adalah

$$G^E = (-7.53T - 2,500) N_{\text{P}} N_{\text{Ga}} \text{ J.mol}^{-1}$$

Kirakan amaun haba yang berkaitan dengan pembentukan satu mol larutan yang mengandungi 20 mol% P.

(10 markah)

...4/-

4. [a] Pada  $1492^{\circ}\text{C}$ ,  $\delta\text{-Fe}$  mengandungi maksimum 0.10% (berat) karbon. Apakah kandungan karbon dalam ferum cecair yang dalam keseimbangan dengan pepejal ini.

(10 markah)

- [b] Germanium dan silikon adalah terlarutcampur sepenuhnya dalam keadaan cecair dan pepejal. Andaikan larutan adalah ideal, kirakan garis cecair dan pepejal, menggunakan julat suhu antara 1300 – 1600K pada selang 100 K. Abaikan pembetulan muatan haba. Takat lebur Ge dan Si masing-masing adalah 1210 K dan 1685 K manakala nilai entropi pelakuran adalah 30.4 J/mol.K dan 30.1 J/mol.K.

(10 markah)

...5/-

5. [a] Suhu lebur bagi partikel sfera yang kecil dipengaruhi oleh jejari lengkungnya. Bahkan perubahan suhu lebur partikel sedemikian adalah berkadar songsang dengan jejari lengkung partikel berkenaan. Terbitkan satu ungkapan yang menunjukkan hubungan ini dalam sebutan isipadu molar  $V_{s,l}$ , tenaga antaramuka pepejal-cecair  $\gamma_{l-s}$ , suhu lebur  $T_m$ , perubahan entalpi molar peleburan  $\Delta H_m$ , dan jejari  $r$ .

(10 markah)

- [b] Tenaga permukaan antaramuka diantara nikel dan wapnya adalah dianggarkan sebagai  $1.58 \text{ J/m}^2$  pada  $1100 \text{ K}$ . Sudut dwisatah purata yang disukat untuk sempadan ira bersilang pada permukaan bebas adalah  $168^\circ$ . Aloj terserak thorium dihasilkan dengan menyerakkan partikel  $\text{ThO}_2$  halus dalam serbuk nikel dan memadatkan agregat. Partikel-partikel ini dibiarkan berada pada sempadan ira dalam matriks nikel. Pemanasan yang lama pada suhu tinggi memberikan bentuk keseimbangan partikel. Sudut dwisatah yang disukat dalam partikel didapati sebagai  $145^\circ$ . Anggarkan tenaga permukaan spesifik antaramuka thorium-nikel.

(10 markah)

...6/-

6. [a] Satu sampel ferum oksida (wustit) mempunyai komposisi  $\text{Fe}_{0.93}\text{O}$  dengan parameter kekisi  $4.301\text{\AA}$ .  $\text{FeO}$  mempunyai struktur hablur "garam batuan" (KBM), dengan 4 kation dan 4 anions per sel unit dalam hablur sempurna. Kirakan ketumpatan wustit (dalam  $\text{g.cm}^3$ ), mengandaikan ketakstoikiometrian adalah kerana i) kekosongan dalam kekisi ferum ii) oksigen celahan.

(8 markah)

- [b] Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) boleh menjadi tak stoikiometri ( $\text{TiO}_{2-x}$ ) melalui kehilangan oksigen dalam persekitaran penurunan. Mengandaikan ketakstoikiometrian ini boleh dijelaskan oleh pembentukan ion  $\text{Ti}^{4+}$  celahan dan elektron bebas.

- (i) Menggunakan tatatanda Kröger-Vink, tuliskan persamaan pembentukan  $\text{TiO}_2$  takstoikiometri. Secara alternatif, berikan dalam sebutan elektron bebas ( $e^-$ ).
- (ii) Tuliskan ungkapan keseimbangan cacat yang bersepadanan untuk persamaan i).
- (iii) Bila tekanan oksigen ditingkatkan adakah kekonduktifan elektrik  $\text{TiO}_2$  akan meningkat,berkurangan atau kekal? Andaikan cas elektrik dialirkan hanya oleh elektron.
- (iv) Jika kekonduktifan elektrik  $\text{TiO}_2$  disukat sebagai fungsi tekanan oksigen dan hasilnya diplot pada plot log-log kekonduktifan melawan tekanan oksigen,apakah cerun plot tersebut?

(12 markah)

...7/-

7. [a] Partikel berbentuk silinder satu logam ditumbuhkan pada satu permukaan rata logam yang sama (ini mungkin mewakili tumbesaran satu lapisan baru atom dalam hablur). Ketinggian partikel,  $h$  adalah malar. Terbitkan satu ungkapan untuk jejari kritikal partikel dan perubahan tenaga bebas kritikal yang diperlukan untuk penukleusan partikel dalam sebutan tenaga antaramuka pepejal-wap, entropi pemejalwapan dan isipadu spesifik logam.

(10 markah)

- [b] Kadar penukleusan yang disukat bagi titisan germanium bergaris pusat  $20\mu\text{m}$  adalah  $N=10^{-1}.\text{titisan}^{-1}.\text{s}^{-1}$ . Kirakan tenaga permukaan antaramuka pepejal-cecair germanium jika ia boleh disejuklampau sebanyak  $227^{\circ}\text{C}$ .

Data:  $\Delta H_f (\text{Ge}_{(s)}) = 8.3 \text{ kcal.mol}^{-1}$

(10 markah)